

Artikel Penelitian

PENGARUH EMISI DEBU SEMEN TERHADAP STATUS TEAR FILM MASYARAKAT DI SEKITAR PABRIK PT. SEMEN PADANG

Muhammad Syauqie, Ardizal Rahman, Getry Sukmawati

Abstrak

Permukaan okular rentan terhadap efek iritatif dari debu semen tersebut karena epitel konyungtiva dan kornea hanya dilapisi oleh lapisan tipis *tear film*. Paparan debu semen jangka panjang menyebabkan terjadinya inflamasi subklinis kronik yang dapat mempengaruhi transdiferensiasi epitel konyungtiva dan densitas sel goblet yang kemudian dapat menyebabkan timbulnya gejala *dry eye syndrome*. Tujuan penelitian ini adalah menilai status *tear film* pada masyarakat yang terpapar emisi debu semen dibandingkan dengan masyarakat yang tidak terpapar. Penelitian ini berupa *analytic cross sectional study* pada dua populasi yaitu kelompok terpapar dan tidak terpapar emisi debu pabrik semen. Semua sampel penelitian dari dua populasi menjalani pemeriksaan pH *tear film*, Schirmer, Ferning dan *Tear Break Up Time* (TBUT). Hasil studi mendapatkan peningkatan nilai pH *tear film* yang bermakna pada penduduk di kelompok terpapar dengan $p=0.001$. Terdapat juga penurunan kualitas Ferning yang bermakna pada penduduk di kelompok terpapar yang didominasi tipe III dengan $p=0.005$ dan 0.029 . Sedangkan hasil pemeriksaan Schirmer dan TBUT masih dalam batas normal dan tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara kedua kelompok. Simpulan studi ini ialah terdapat peningkatan rerata nilai pH *tear film* dan penurunan kualitas lapisan musin *tear film* yang bermakna pada masyarakat yang terpapar emisi debu semen namun tidak didapatkan peningkatan kejadian *dry eye* yang bermakna.

Kata kunci: emisi debu semen, *tear film*, dry eye, pH, Schirmer, Ferning, TBUT

Abstract

Ocular surface was vulnerable to irritative effect of cement dust because conjunctival and corneal epithelium were only layered by a thin lining of *tear film*. Long term exposure of cement dust can cause the occurrence of chronic subclinical inflammation which can affect conjunctival epithelium transdifferentiation and goblet cell density and subsequently can cause the occurrence of symptoms of dry eye syndrome. The objective of this study was to assess the *tear film* status of communities who had cement dust emission exposure compared with the communities who had not cement dust emission exposure. This study was an *analytic cross sectional study* on two populations that were exposed and not exposed group. All study samples had undergone *tear pH*, Schirmer, Ferning, and *tear break up time* (TBUT) tests. The result was a significant increase of *tear pH* value was found in the communities of exposed group with $p=0.001$. A significant decrease of Ferning quality was also found in the communities of exposed group which dominated by type III with $p=0.005$ and 0.029 . While the result of Schirmer and TBUT test were still within normal limits and there were no significant difference between two groups. The conclusion is a significant increase of *tear pH* value and significant decrease of mucin layer quality in the communities who had cement dust emission exposure but there were not found a significant increase of prevalence of dry eye in those communities.

Keywords: cement dust emission, *tear film*, dry eye, pH, Schirmer, Ferning, TBUT

Afiliasi penulis: Bagian Ilmu kesehatan Mata FK Unand (Fakultas Kedokteran Universitas Andalas /RSUP Dr. M. Djamil Padang.

Korespondensi:

syauqiealmaidani@gmail.com bagianilmukesehatanmata@gmail.com
Telp: +62-751-24245

PENDAHULUAN

Udara yang bersih adalah kebutuhan dasar bagi kesehatan dan kesejahteraan manusia. Namun, polusi udara masih menjadi ancaman nyata bagi kesehatan di seluruh dunia. Industri semen diketahui menghasilkan polutan udara yang berbahaya bagi kesehatan. Beberapa polutan utama dari industri semen adalah debu/*particulate matter* (PM), sulfur dioksida (SO₂), dan oksida nitrat (NO_x). Partikel debu memiliki tingkat toksisitas yang paling tinggi dibanding polutan udara lainnya sehingga merupakan polutan yang paling berbahaya bagi kesehatan.^{1, 2, 3, 4}

Debu semen memiliki efek iritasi pada kulit, mata dan sistem pernapasan. Mehraj *et al* (2013)⁵ mendapatkan prevalensi gangguan kesehatan yang tinggi pada masyarakat yang tinggal dalam radius 3 km dari pabrik semen di Kashmir. Pada masyarakat yang terpapar oleh emisi debu pabrik semen, 96% mengalami gangguan pernafasan, 97% mengalami iritasi mata dan 95% mengalami alergi kulit. Konsentrasi partikel debu semen pada udara daerah terpapar juga sangat tinggi yaitu 1208 µg/m³.

Permukaan okular terpapar secara konstan terhadap lingkungan eksternal dan berbagai komponen polutan udara menyebabkannya rentan terhadap efek iritatif dari polutan tersebut karena epitel konyungtiva dan kornea hanya dilapisi oleh lapisan tipis *tear film*. Masyarakat yang tinggal di area dengan konsentrasi polutan yang tinggi pada udara sering melaporkan adanya keluhan pada mata berupa rasa tidak nyaman, perih, sensasi benda asing dan rasa terbakar dan beberapa penelitian sebelumnya telah mendeteksi adanya abnormalitas *tear film* dan perubahan subklinis dari permukaan okular pada individu yang tinggal di kota dengan tingkat polusi udara yang tinggi.^{6,7} Polutan udara dapat terlarut

dalam *tear film* dan mensensitisasi subpopulasi sel limfosit menyebabkan reaksi inflamasi yang dimediasi sel. Paparan polutan jangka panjang dengan demikian menyebabkan terjadinya inflamasi subklinis kronik. Inflamasi subklinis kronik dapat mempengaruhi transdiferensiasi epitel konyungtiva dan densitas sel goblet yang kemudian dapat menyebabkan timbulnya gejala *dry eye syndrome*.^{6, 8} Gupta *et al* (2002)⁷ memaparkan efek polusi udara pada mata penduduk yang tinggal di kota Delhi dan menemukan terdapatnya abnormalitas *tear film* pada penduduk yang tinggal di kota dibanding penduduk yang tinggal di luar kota tersebut. Berdasarkan temuan-temuan diatas, peneliti ingin menilai efek dari polusi udara akibat emisi debu semen terhadap kuantitas dan kualitas *tear film* pada masyarakat yang terpapar dan tinggal di sekitar pabrik semen dibandingkan dengan masyarakat yang tidak terpapar emisi debu semen.

METODE

Desain penelitian ini yaitu *analytic cross sectional study* pada dua populasi yaitu kelompok terpapar (penduduk yang tinggal di area dengan radius ≤3 km dari lokasi pabrik PT Semen Padang) dan tidak terpapar (penduduk yang tinggal di area dengan radius ≥ 10 km) emisi debu pabrik semen. Protokol penelitian ini telah disetujui oleh Komite Etika Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Andalas (izin nomor: 031/KEP/FK/2015). Dari perhitungan besar sampel didapatkan jumlah sampel sebanyak 72 orang untuk masing-masing kelompok dan sampel diambil secara *simple random sampling*. Kriteria inklusi yaitu penduduk yang berusia antara 20 tahun hingga 60 tahun dan telah bermukim di daerah populasi penelitian minimal selama 2 tahun. Kriteria eksklusi yaitu penduduk yang merupakan karyawan pabrik semen di bagian produksi dan pengepakan atau melakukan pekerjaan yang berkaitan dengan penggunaan material semen, penduduk dengan penyakit infeksi dan inflamasi mata yang aktif,

penduduk dengan riwayat operasi bola mata, penduduk yang menggunakan obat antihipertensi dan antihistamin, dan penduduk dengan riwayat penyakit diabetes mellitus.

Semua sampel akan menjalani pemeriksaan pH *tear film*, Schirmer, Ferning dan TBUT. Nilai pH diperoleh dengan menggunakan kertas indikator pH dan hasil bersifat asam bila ≤ 6.5 , normal bila 7.0 dan 7.5 dan alkali bila ≥ 8.0 . Hasil uji Schirmer diperoleh dengan menggunakan kertas filter Schirmer, dilakukan tanpa anestesi topikal dan dibagi berdasarkan *grading* yaitu *grade* I bila nilai Schirmer ≤ 5 mm, *grade* II bila nilai Schirmer antara 6-10 mm dan *grade* III bila nilai Schirmer ≥ 11 mm. Musin diperoleh menggunakan spatula kaca dan diamati menggunakan mikroskop dan corakan Ferning dibagi menjadi tipe I, II, III, dan IV sesuai klasifikasi Rolando. Nilai TBUT diperoleh dengan menggunakan kertas strip fluoresein dan dilakukan sebanyak tiga kali. Hasil pemeriksaan TBUT dibagi berdasarkan *grading* yaitu *grade* I bila nilai TBUT ≤ 5 detik, *grade* II bila nilai TBUT antara 6-10 detik dan *grade* III bila nilai TBUT ≥ 11 detik. Diagnosa *dry eye* ditegakkan bila terdapat gejala *dry eye* pada sampel penelitian yaitu nyeri pada mata, mata merah, mata perih, mata terasa mengganjal (sensasi benda asing) atau mata kering dan gatal disertai terdapatnya hasil uji Schirmer ≤ 5 mm atau uji TBUT ≤ 5 detik pada mata dengan hasil pemeriksaan terburuk. Hasil pemeriksaan dianalisa secara statistik dengan SPSS 16 menggunakan uji *Mann-Whitney*, *Kruskal-Wallis*, dan *Chi-Square* dan dianggap bermakna jika nilai p kurang dari 0,05.

HASIL

Jumlah subjek penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yaitu sebanyak 144 orang.

Tabel 1. Frekuensi karakteristik subyek penelitian berdasarkan jenis kelamin dan usia

Karakteristik	Kelompok Terpapar (n=72)	Kelompok Tidak Terpapar (n=72)
Laki-laki	12 (16.7%)	9 (12.5%)
Perempuan	60 (83.3%)	63 (87.5%)
Total	72 (100%)	72 (100 %)
Usia (Tahun)		
20-30	9 (12.5%)	13 (18.1%)
31-40	19 (26.4%)	16 (22.2%)
41-50	30 (41.7%)	25 (34.7%)
51-60	14 (19.4%)	18 (25.0%)
Total	72 (100%)	72 (100%)

Jenis kelamin terbanyak adalah perempuan baik pada kedua kelompok dan usia terbanyak yaitu pada kelompok umur 41-50 tahun pada kedua kelompok.

Tabel 2. Perbandingan waktu lama bermukim antara kelompok terpapar dengan tidak terpapar

Kelompok	Lama bermukim (tahun) Rerata \pm SD	p
Terpapar (n=72)	20.01 \pm 12.72	0.310
Tidak Terpapar (n=72)	20.09 \pm 17.44	

Tidak terdapatnya perbedaan rerata lama bermukim antara penduduk yang tinggal di area terpapar dengan yang tidak terpapar.

Pada Tabel 3 terlihat terdapatnya perbedaan rerata nilai pH kedua mata antara penduduk yang tinggal di area terpapar dengan yang tidak terpapar dimana rerata nilai pH lebih tinggi pada kelompok terpapar dan secara statistik juga didapatkan perbedaan yang bermakna dengan nilai $p=0.001$. Didapatkan juga rerata nilai Schirmer kedua mata yang lebih rendah pada kelompok terpapar dibandingkan dengan kelompok tidak terpapar namun

secara statistik tidak didapatkan perbedaan yang bermakna dengan nilai $p=0.642$ dan 0.772 . Sementara tidak didapatkan perbedaan yang

bermakna pada rerata nilai TBUT antara kelompok terpapar dengan kelompok tidak terpapar dengan nilai $p=0.493$ dan 0.781 .

Tabel 3. Perbandingan rerata nilai pH, Schirmer dan TBUT kedua mata antara kelompok terpapar dengan tidak terpapar

Kategori	Kelompok Terpapar (Rerata \pm SD) (n=72)	Kelompok Tidak Terpapar (Rerata \pm SD) (n=72)	p
pH			
pH mata kanan	8.0 \pm 0.44	7.74 \pm 0.47	0.001
pH mata kiri	7.99 \pm 0.41	7.76 \pm 0.45	0.001
Schirmer			
Schirmer mata kanan (mm)	14.40 \pm 8.71	15.85 \pm 10.53	0.642
Schirmer mata kiri (mm)	15.94 \pm 9.74	17.06 \pm 11.37	0.772
TBUT			
TBUT mata kanan (detik)	12.88 \pm 5.91	12.12 \pm 5.33	0.493
TBUT mata kiri (detik)	13.21 \pm 5.38	13.10 \pm 5.57	0.781

Tabel 4. Perbandingan kategori pH, Schirmer, TBUT dan Ferning kedua mata antara kelompok terpapar dengan tidak terpapar

Kategori	Kelompok Terpapar (n=72)	Kelompok Tidak Terpapar (n=72)	p
pH mata kanan			
Alkali	54 (75%)	30 (41.7%)	<0.001
Normal	18 (25%)	42 (58.3%)	
pH mata kiri			
Alkali	54 (75%)	31 (43.1%)	<0.001
Normal	18 (25%)	41 (56.9%)	
Schirmer mata kanan			
Grade I	12 (16.7%)	15 (20.8%)	0.686
Grade II	18 (25.0%)	20 (27.8%)	
Grade III	42 (58.3%)	37 (51.4%)	
Schirmer mata kiri			
Grade I	11 (15.3%)	17 (23.6%)	0.310
Grade II	20 (27.8%)	14 (19.4%)	
Grade III	41 (56.9%)	41 (56.9%)	
TBUT mata kanan			
Grade I	2 (2.8%)	4 (5.6%)	0.551
Grade II	33 (45.8%)	28 (38.9%)	
Grade III	37 (51.4%)	40 (55.6%)	
TBUT mata kiri			
Grade I	0 (0%)	1 (1.4%)	0.511
Grade II	27 (37.5%)	30 (41.7%)	
Grade III	45 (62.5%)	41 (56.9%)	
Ferning mata kanan			
Tipe I	10 (13.9%)	23 (31.9%)	0.005
Tipe II	13 (18.1%)	21 (29.2%)	
Tipe III	31 (43.1%)	19 (26.4%)	
Tipe IV	18 (25.0%)	9 (12.5%)	
Ferning mata kiri			
Tipe I	11 (15.3%)	23 (31.9%)	0.029
Tipe II	16 (22.2%)	21 (29.2%)	
Tipe III	27 (37.5%)	18 (25.0%)	
Tipe IV	18 (25.0%)	10 (13.9%)	

Pada Tabel 4 terlihat bahwa pada kelompok terpapar terdapat jumlah responden yang lebih banyak dengan nilai pH kedua mata yang alkali dibandingkan dengan kelompok tidak terpapar dengan nilai $p < 0.001$. Sementara itu tidak terdapat perbedaan yang bermakna dalam *grading* Schirmer dan TBUT pada kedua mata antara kelompok terpapar dengan kelompok tidak terpapar. Pada gambaran Ferning, terlihat bahwa pada kelompok terpapar tipe Ferning kedua mata yang terbanyak yaitu tipe III sementara pada kelompok tidak terpapar, tipe Ferning kedua mata yang terbanyak yaitu tipe I dengan nilai $p = 0.005$ dan 0.029

Tabel 5. Perbandingan prevalensi *dry eye* antara kelompok terpapar dengan tidak terpapar

Kelompok	Diagnosa (n)		p
	<i>Dry Eye</i>	Normal	
Terpapar (n=72)	9 (12.5%)	63 (87.5%)	0.791
Tidak Terpapar (n=72)	7 (9.7%)	65 (90.3%)	

Pada Tabel 5 terlihat bahwa pada kelompok terpapar terdapat jumlah responden yang lebih banyak dengan diagnosa *dry eye* dibandingkan dengan kelompok tidak terpapar namun secara statistik tidak didapatkan perbedaan yang bermakna dengan nilai $p = 0.791$.

PEMBAHASAN

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juni 2015 sampai dengan Juli 2016 di kampus Fakultas Kedokteran Universitas Andalas Limau Manis. Sampel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi berjumlah 144 orang (288 mata) dan responden pada penelitian ini memiliki karakteristik yang homogen. Waktu lama bermukim subyek penelitian (Tabel 2) di lokasi tempat tinggalnya pada penduduk di area terpapar dengan yang tidak terpapar hampir sama lamanya dan secara statistik tidak terdapat perbedaan yang bermakna ($p = 0.310$) sehingga dapat disimpulkan terdapat waktu paparan yang sama terhadap udara dan lingkungan sekitar yang dialami oleh masing-masing kelompok. Hasil pemeriksaan pH *tear film* (Tabel 3) menunjukkan bahwa rerata nilai pH *tear film* kedua mata lebih tinggi

pada kelompok terpapar daripada kelompok tidak terpapar dan perbedaan tersebut juga bermakna secara statistik ($p = 0.001$). Selain nilai rerata pH yang lebih tinggi, proporsi penduduk dengan pH yang alkali juga lebih tinggi kelompok terpapar dibandingkan kelompok tidak terpapar (Tabel 4) dan perbedaan tersebut juga bermakna secara statistik ($p < 0.001$). Partikel debu semen mengandung kalsium hidroksida yang bersifat alkali. Paparan terhadap debu semen pada permukaan okular akan menyebabkan peningkatan pH *tear film* dimana peningkatan nilai pH berkorelasi dengan volume debu semen yang terdeposit pada permukaan okular.⁹

Hasil pemeriksaan Schirmer *tear film* (Tabel 3) menunjukkan nilai Schirmer yang masih dalam rentang normal pada kedua kelompok namun diperoleh nilai Schirmer kedua mata yang lebih rendah pada kelompok terpapar dibandingkan dengan kelompok tidak terpapar meskipun secara statistik perbedaan tersebut tidak bermakna ($p = 0.642$ dan 0.772). Selain itu juga tidak didapatkan perbedaan jumlah yang bermakna dalam proporsi responden dengan *grading* Schirmer yang rendah (Tabel 4) pada kedua kelompok ($p = 0.686$ dan 0.310). Saxena *et al.* (2003)¹⁰ melakukan penelitian untuk menilai pengaruh polusi udara terhadap *tear film* pada penduduk di New Delhi dan memperoleh penurunan hasil pemeriksaan Schirmer pada kelompok terpapar (13.42 ± 6.67 mm) dibandingkan pada kelompok kontrol (15.95 ± 6.14 mm) dan secara statistik perbedaan tersebut bermakna ($p < 0.001$), namun nilai Schirmer pada kedua kelompok tersebut masih dalam rentang normal. Sedangkan Gupta *et al.* (2007)¹¹ dalam penelitiannya mengenai pengaruh polusi udara terhadap *tear film* pada penduduk di New Delhi juga memperoleh hasil pemeriksaan Schirmer yang masih dalam rentang normal pada kelompok terpapar dan kontrol namun didapatkan penurunan nilai Schirmer yang signifikan ($p < 0.001$) pada kelompok terpapar (22.75 ± 8.91 mm) dibandingkan pada kelompok kontrol (30.30 ± 7.92 mm).

Hasil pemeriksaan TBUT (Tabel 3) menunjukkan nilai TBUT yang masih dalam rentang normal pada kedua kelompok dan diperoleh nilai TBUT yang tidak jauh berbeda antara kelompok terpapar dengan kelompok tidak terpapar dan secara

statistik juga tidak didapatkan perbedaan yang bermakna ($p=0.493$ dan 0.781). Selain itu juga tidak didapatkan perbedaan jumlah yang bermakna dalam proporsi responden dengan *grading* TBUT yang rendah (Tabel 4) pada kedua kelompok ($p=0.551$ dan 0.511). Saxena *et al* (2003)¹⁰ dalam penelitiannya memperoleh penurunan hasil pemeriksaan TBUT pada kelompok terpapar (12.97 ± 6.12 detik) dibandingkan pada kelompok kontrol (19.23 ± 5.70 detik) dan secara statistik perbedaan tersebut bermakna ($p < 0.001$), namun nilai TBUT pada kedua kelompok tersebut masih dalam rentang normal. Sedangkan Gupta *et al* (2007)¹¹ dalam penelitiannya juga memperoleh hasil pemeriksaan TBUT yang masih dalam rentang normal pada kelompok terpapar dan kontrol namun didapatkan penurunan nilai TBUT yang signifikan ($p < 0.05$) pada kelompok terpapar (11.17 ± 2.92 detik) dibandingkan pada kelompok kontrol (12.13 ± 3.24 detik).

Hasil pemeriksaan Ferning (Tabel 4) menunjukkan bahwa pada kelompok terpapar gambaran Ferning kedua mata yang diperoleh didominasi tipe III (43.1% pada mata kanan dan 37.5% pada mata kiri) dan tipe IV (25% pada mata kanan dan kiri). Sedangkan pada kelompok tidak terpapar gambaran Ferning kedua mata yang diperoleh didominasi tipe I (31.9% pada mata kanan dan kiri) dan tipe II (29.2% pada mata kanan dan kiri). Secara statistik juga didapatkan perbedaan yang bermakna antara kedua kelompok tersebut ($p=0.005$ dan 0.029), sehingga dengan demikian diperoleh proporsi penduduk dengan gambaran Ferning yang abnormal yang lebih banyak pada kelompok terpapar dibandingkan kelompok tidak terpapar. Versura *et al*. (1999)⁶ dalam penelitiannya yang menilai hubungan antara polusi udara dengan *discomfort eye syndrome* pada penduduk di Bologna dan memperoleh proporsi penduduk dengan gambaran Ferning abnormal yang lebih besar (55%) dimana gambaran tipe III mendominasi (43%). Penurunan kualitas pola Ferning tersebut dapat disebabkan presipitasi polutan udara ke dalam lapisan musin *tear film* dimana hal ini menyebabkan terjadinya iritasi dan inflamasi kronik. Inflamasi okular subklinis diduga dapat mempengaruhi transdiferensiasi epitel konyungtiva dan densitas sel

goblet yang dapat menyebabkan gangguan produksi musin.^{6, 12, 13}

Pada penelitian ini didapatkan persentase penduduk dengan *dry eye* yang lebih tinggi pada kelompok terpapar dibandingkan dengan kelompok tidak terpapar (Tabel 5) namun perbedaan tersebut secara statistik tidak bermakna ($p=0.791$). Baik pada kelompok terpapar maupun tidak terpapar, jenis kelamin responden didominasi oleh perempuan dengan pekerjaan bersifat *indoor* (umumnya sebagai ibu rumah tangga) dan aktivitas di luar ruangan umumnya antara 2-5 jam/hari. Faktor hormonal dapat berperan dalam timbulnya *dry eye* yang dapat dilihat dari umur responden yang umumnya berkisar antara 45 hingga 60 tahun yang merupakan periode terjadinya menopause pada wanita. Faktor hormonal berupa kadar androgen yang rendah dapat menyebabkan penurunan sekresi lapisan aquous oleh kelenjar lakrimal.^{14, 15, 16}

Pada penelitian ini tidak didapatkan penurunan kuantitas dan kualitas *tear film* pada kelompok penduduk yang terpapar emisi debu pabrik semen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa emisi debu semen hanya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai pH dan gambaran Ferning *tear film*. Hasil tersebut dapat disebabkan partikel debu semen mengalami presipitasi ke dalam lapisan musin *tear film*. Partikel debu semen yang memiliki nilai pH hingga 9,2 akan menyebabkan peningkatan pH *tear film*. Peningkatan pH menjadi alkali tersebut akan menyebabkan penurunan viabilitas sel epitel permukaan okular termasuk sel goblet. Selain itu, substansi kimiawi pada partikel debu semen yang terlarut dalam *tear film* akan mensensitisasi limfosit yang kemudian menyebabkan terjadinya inflamasi kronik yang dapat mempengaruhi diferensiasi sel epitel dan densitas sel goblet pada permukaan okular. Kerusakan pada sel epitel permukaan okular dan sel goblet akan menyebabkan penurunan sekresi musin. Defisiensi lapisan musin akan menyebabkan penurunan kualitas gambaran Ferning yang terbentuk. Hasil buruk yang terbatas pada pemeriksaan pH dan Ferning menunjukkan bahwa proses inflamasi yang diinisiasi oleh partikel debu semen hanya terjadi pada permukaan okular dan tidak meluas ke jaringan

adneksa seperti margo palpebra, kelenjar Meibom atau kelenjar lakrimal. Namun, defisiensi musin dan kerusakan epitel permukaan okular juga dapat menyebabkan instabilitas dan hiperosmolaritas *tear film* apabila paparan polutan debu semen terjadi dalam jangka panjang.^{17, 18}

Penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu tidak dilakukannya pengukuran kadar partikel debu semen di area terpapar dan tidak terpapar sehingga tidak dapat dihubungkan antara kadar partikel debu semen dengan status *tear film* pada sampel penelitian.

SIMPULAN

Terdapat peningkatan rerata nilai pH *tear film* dan penurunan kualitas lapisan musin *tear film* yang bermakna pada masyarakat yang terpapar emisi debu semen namun tidak didapatkan peningkatan kejadian *dry eye* yang bermakna. Hasil ini menunjukkan kualitas udara ambien di daerah sekitar pabrik semen masih baik dan emisi partikel debu semen pada daerah tersebut masih dalam rentang Baku Mutu Udara Ambien Nasional sehingga belum menyebabkan pengaruh yang berbahaya terhadap kesehatan terutama kesehatan mata.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen B, Kan H. Air pollution and population health: a global challenge. *Environ Health Prev Med*. 2008;13(2):94-101.
- Suhariyono G, Saeni MS, Bey A, editors (penyunting). Analisis tingkat bahaya partikel debu PM10 dan PM2,5 terhadap kesehatan penduduk disekitar pabrik semen, Citeureup – Bogor. Prosiding Pertemuan dan Presentasi ilmiah Penelitian Dasar ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir; 2003; Yogyakarta: P3TM-BATAN.
- Junaidi. Analisis kuantitatif kadar debu PT. Semen Andalas Indonesia di lingkungan AKL DEPKES RI Banda Aceh . Medan: Universitas Sumatera Utara; 2002.
- Schuhmacher M, Domingo JL, Garreta J. Pollutants emitted by a cement plant: health risks for the population living in the neighborhood. *Environmental research*. 2004;95(2):198-206.
- Mehraj SS, Bhat GA, Balkhi HM, Gul T. Health risks for population living in the neighborhood of a cement factory. *African Journal of Environmental Science and Technology*. 2013;7(12):1044-52.
- Versura P, Profazio V, Cellini M, Torreggiani A, Caramazza R. Eye Discomfort and Air pollution. *ophthalmologica*. 1999;213(2):103-9.
- Gupta SK, Gupta V, Joshi S, Tandon R. Subclinically dry eyes in urban Delhi: An Impact of air pollution? *Ophthalmologica*. 2002;216(5):368-71.
- Novaes P, do Nascimento Saldiva PH, Kara-José N, Macchione M, Matsuda M, Racca L, *et al*. Ambient Levels of air pollution induce goblet-cell hyperplasia in human conjunctival epithelium. *Environmental Health Perspectives*. 2007;115(12):1753-6.
- Lim GCS, Yeh L-K, Lin H-C, Huang SC-M. Sequels, Complications and management of a chemical burn associated with cement splash. *Chang Gung Med J*. 2006;29(4):424-9.
- Saxena R, Srivastava S, Trivedi D, Anand E, Joshi S, Gupta SK. Impact of environmental pollution on the eye. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*. 2003;81(5):491-4.
- Gupta SK, Gupta SC, Agarwal R, Sushma S, Agrawal SS, Saxena R. A multicentric case-control study on the impact of air pollution on eyes in a metropolitan city of India. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2007;11(1):37-40.
- Okawada N, Mizoguchi I, Ishiguro T. Effects of photochemical air pollution on the human eye--concerning eye irritation, tear lysozyme and tear pH. *Nagoya journal of medical science*. 1979;41(1-4):9-20.
- Alves M. Is dry eye an environmental disease? *Arq Bras Oftalmol*. 2014;77(3):193-200.
- Michael AL, Christophe B, Jules B, Murat D, Gary NF, K S. The definition and classification of dry eye disease: report of the Definition and Classification Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop (2007). *The ocular surface*. 2007;5(2):75-92.
- Ebeigbe JA, Ebeigbe PN. The influence of sex

- hormone levels on tear production in postmenopausal Nigerian women. *African journal of medicine and medical sciences*. 2014;43(3):205-11.
16. Satıcı A, Bitiren M, Ozardali I, Vural H, Kilic A, Guzey M. The effects of chronic smoking on the ocular surface and tear characteristics: a clinical, histological and biochemical study. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*. 2003;81(6):583-7.
17. Schneider T, Bohgard M. Airborne particle deposition onto the ocular surface. *Indoor Air*. 2005;15(3):215-9.
18. Coles WH, Jaros PA. Dynamics of ocular surface pH. *The British Journal of Ophthalmology*. 1984;68(8):549-52.